

# Algunas consideraciones sobre los efectos de la rebaja de la velocidad máxima a 110 km/h

Sandro Rocci  
Profesor Emérito

Manuel G. Romana  
Profesor Titular  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Universidad Politécnica de Madrid

Queremos creer que **la decisión** del Gobierno de rebajar temporalmente a 110 km/h la velocidad máxima en las autopistas y autovías a partir del 7 de marzo, con objeto de ahorrar combustible, **es** una ocurrencia fruto de la improvisación, como muchos han opinado. Esta creencia está avalada por las declaraciones del Vicepresidente Chaves, quien ha afirmado que “llevaban quince días discutiéndolas”. Normalmente, decisiones de este calado son precedidas por estudios de sus consecuencias, **e** incluso se llevan a cabo algunas experiencias piloto, reducidas en ámbito y breves en tiempo, para comprobar los efectos de la medida; pero ésta parece una reacción rápida al súbito encarecimiento del crudo provocado por los recientes (y aún inconclusos) movimientos sociales en el Norte de África.

Las Administraciones públicas caen con frecuencia en la tentación de “ser vistas actuando”, más que “actuar”. Convengamos que una disposición como ésta que vamos a comentar sólo requiere acceso al Boletín Oficial del Estado. El Gobierno ha estimado, incorrectamente, que, de manera subsidiaria, debía proceder a la innecesaria<sup>1</sup> fabricación de unas pegatinas para modificar la señalización. Con esto se ha completado la apariencia de que el Gobierno ha velado con singular presteza por los intereses de sus administrados.

Observamos, de paso, que en lugar de dejar obrar al mecanismo de los precios, propio del mercado, sobre la demanda de combustible, se ha preferido en este caso tratar de influir directamente sobre dicha demanda a través del otro mecanismo limitador, parecido al racionamiento (cuya futura presencia real no es de descartar). No vamos a enjuiciar la sensatez de esta decisión; pero sí a tratar de imaginar, siquiera brevemente, cómo habrían sido los estudios de las consecuencias de esta rebaja de la velocidad máxima en aras de un presunto ahorro de combustible, para poder evaluar su efecto y decidir con criterio acerca la idoneidad de su implantación.

Un primer aspecto que considerar es el **volumen del tráfico** afectado por la rebaja. El número total de “vehículos x kilómetro” recorridos en las vías interurbanas españolas en 2009 (últimas estadísticas disponi-

---

<sup>1</sup> La limitación genérica, publicada en el BOE, prevalece sobre cualquier limitación específica establecida por una señal. No hacía falta, pues, salir disparados a cambiar esta última, por medio de pegatinas. Al menos, las cosas pueden y deben hacerse con una cierta calma, si se difunde la medida adecuadamente.

bles del Ministerio de Fomento) fue de unos 253 millardos (a los que habría que añadir un 2,5 % correspondientes de las vías interurbanas de competencia municipal). Pero en esas estadísticas faltan los vehículos x kilómetro recorridos en las vías urbanas; y sorprendentemente, no hay datos estadísticos sobre ellos. Lo único que podemos hacer es como en los estudios del consumo de los coches: suponer que el consumo urbano representa el 35 % de los kilómetros recorridos. Así que el tráfico total sería del orden de 399 millardos de vehículos x kilómetro, y de ellos un 35 % (140 millardos) no estarían afectados por la rebaja, al tratarse de tráfico urbano donde la velocidad máxima reglada es muy inferior a 110 km/h.

La siguiente consideración está relacionada con cuántos de los 259 millardos de vehículos x kilómetro interurbanos se recorren por autopistas y autovías: las estadísticas de 2009 indican que son del orden de la mitad: 130 millardos. Según las mismas estadísticas, unos 17 millardos (un 13 %) son vehículos pesados y no se ven afectados por la rebaja, pues sus velocidades están limitadas a valores no superiores a 110 km/h. Quedan así, como objeto de la rebaja, sólo 113 millardos de vehículos x kilómetro, un 28 % del total del tráfico, que corresponden a vehículos ligeros.

Actualmente, la distribución media de las velocidades libres de los vehículos ligeros en la Red estatal de autopistas y autovías<sup>1</sup> se atiende, según las últimas estadísticas oficiales (2009), a lo siguiente:

- Menos de 50 km/h: 2,66 %
- Entre 51 y 80 km/h: 12,84 %
- Entre 81 y 100 km/h: 33,59 %
- Entre 101 y 120 km/h: 35,20 %
- Entre 121 y 140 km/h: 13,55 %
- Más de 140 km/h: 2,16 %

La velocidad mediana (que está próxima a la media) es de 100,5 km/h. Obsérvese, de paso, que a pesar de la feroz campaña represiva contra la circulación por encima del límite genérico de 120 km/h, todavía hay un 15,71 % de vehículos que lo rebasan (en 2003 fue el doble, un 27,99 %). En el razonamiento que sigue se analiza el posible efecto de la rebaja de velocidad, pero esto sólo se aplica al tráfico interurbano no congestionado. Habría que estimar el tráfico fuera de todas las zonas periurbanas: lo cual provocaría una nueva reducción del efecto real.

---

<sup>1</sup> No hay motivos para creer que esta distribución de velocidades sea distinta en el resto de la red interurbana.

¿Cómo va a afectar la rebaja a 110 km/h a esta distribución de velocidades? Para pronosticar esa afección, hay que formular algunas hipótesis que parezcan razonables, aun a sabiendas de que puede haber otras que también lo sean:

- a)** El objeto de la rebaja es la fracción de los vehículos ligeros que en 2009 circularon entre 100 y 130 km/h (un 43,9 % de los 113 millardos de vehículos x kilómetro, o sea unos 50 millardos).
- b)** Los vehículos ligeros que actualmente circulan a más de 130 km/h (un 7 %) no modificarán su velocidad: mostrarán por la nueva limitación el mismo respeto que por la antigua. Una reflexión ulterior se refiere a la tolerancia respecto del límite de velocidad: si la rebaja implica una reducción de esa tolerancia, se nos ha explicado que el ahorro sería mayor. Por el contrario, si se mantiene, el ahorro para una fracción de los vehículos sería por pasar de 127 a 117 km/h. El ahorro estimado cambia respecto de la alegre afirmación del 15 % enunciado ante los medios de comunicación por el Gobierno.
- c)** Los conductores de los vehículos ligeros que actualmente circulan a menos de 100 km/h (un 49,1 %) no modificarán su velocidad, pues saben que observan la rebaja incluso con un margen.
- d)** En el tramo intermedio (100 a 130 km/h), la disminución de la velocidad seguirá una ley bilineal: nula en los extremos, para mantener la continuidad de la distribución, y con un máximo para una velocidad actual de 120 km/h.
- e)** La máxima disminución de velocidad (para una actual de 120 km/h) será igual a la rebaja: 10 km/h

La distribución de las velocidades quedará de la siguiente manera:

- Menos de 50 km/h: 2,66 %
- Entre 51 y 80 km/h: 12,84 %
- Entre 81 y 100 km/h: 33,59 %
- Entre 101 y 110 km/h: 35,20 %
- Entre 111 y 120 km/h: 3,39 %
- Entre 121 y 130 km/h: 3,39 %
- Entre 131 y 140 km/h: 6,77 %
- Más de 140 km/h: 2,16 %

Conforme a las hipótesis que se han admitido, se observa que:

- La gama de velocidades entre 100 y 110 km/h aumenta su proporción, mientras que la gama de velocidades entre 110 y 130 km/h sufre una reducción.

- El segmento infractor no ha variado: un 15,7 % del total. En contra de lo que se ha opinado, no es de prever un aumento de la recaudación por sanciones. **De hecho, en la primera semana de aplicación de la rebaja las denuncias de los radares han caído<sup>1</sup> un 62 % (2 082 denuncias frente a 5 500).**

Pero lo anterior sólo considera la distribución de velocidades libres, las que el usuario desea. Casi todos los viajeros reducen la velocidad en algunos momentos, dependiendo de otras condiciones: si están buscando un área de servicio para detenerse a tomar un café o a repostar; si observan una densidad mayor en la vía que dificultará los cambios de carril; si intentan decidir la planificación del resto del viaje; o si están poniendo música. Es muy difícil cuantificar esta fracción, pero existe y trabaja en contra de la efectividad de la rebaja: en estos momentos los propios usuarios recortan la velocidad.

Una última consideración es la relativa a cómo se puede estimar la **reducción del consumo** de combustible asociada a las disminuciones de velocidad provocadas por la rebaja del límite a 110 km/h: las cuales, según las hipótesis arriba admitidas, son:

- |                              |           |
|------------------------------|-----------|
| • Velocidad actual 100 km/h: | 0 km/h    |
| • Velocidad actual 105 km/h: | 2,5 km/h  |
| • Velocidad actual 110 km/h: | 5,0 km/h  |
| • Velocidad actual 115 km/h: | 7,5 km/h  |
| • Velocidad actual 120 km/h: | 10,0 km/h |
| • Velocidad actual 125 km/h: | 5,0 km/h  |
| • Velocidad actual 130 km/h: | 0 km/h    |

Un razonamiento simplista asocia a la disminución de velocidad una disminución del consumo. Sin embargo, en los motores alternativos de combustión interna que se utilizan en los automóviles las cosas son algo más complejas.

Es cierto que el motor ejerce un par motor sobre el eje de transmisión de la potencia; pero (a diferencia de los motores eléctricos y de las máquinas de vapor) se necesita un régimen de giro mínimo, (entre un 30 y un 40 % del máximo) suficiente para proporcionar potencia. Para obtener en las ruedas un par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en aquéllas para vencer las resistencias al avance, se necesita una caja de cambios que se encargue de que el motor funcione por encima del régimen mínimo por debajo del cual “se cala”.

Para cada posición del acelerador se obtiene un par motor, el cual varía también con el régimen del motor (velocidad angular del cigüeñal, me-

---

<sup>1</sup> El País 21 de marzo de 2003. Debemos esta información a Emilio Sánchez Direitinho.

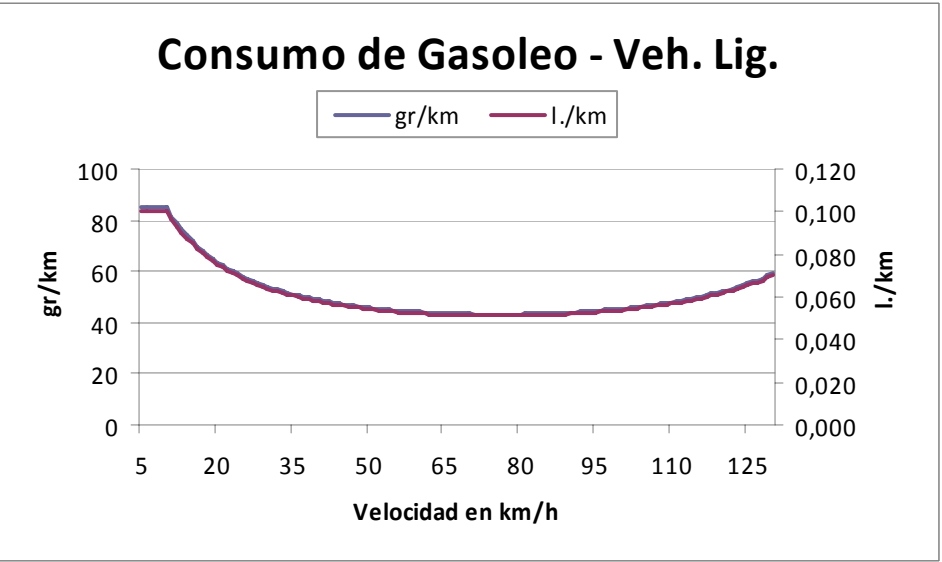
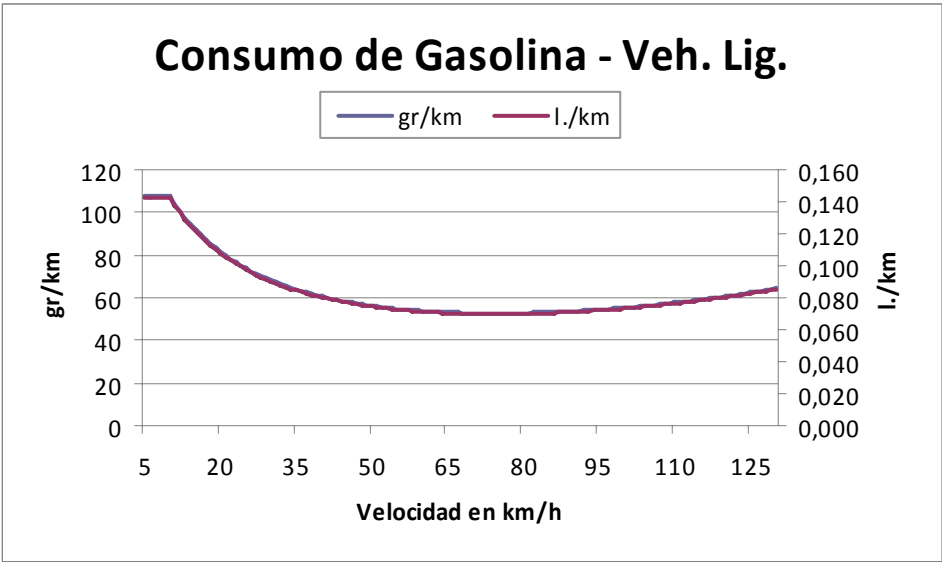
dida en número de vueltas por minuto) y, en definitiva, con la velocidad del vehículo y la marcha seleccionada en la caja de cambios: hay un par máximo que corresponde a un régimen entre 3 y 4 000 rpm, según los motores. A este par máximo corresponde un consumo mínimo de combustible.

El par motor transmitido a las ruedas proporciona al vehículo un empuje que debe vencer la resistencia a la rodadura (una pequeña fracción del peso del vehículo), la resistencia aerodinámica (proporcional al cuadrado de la velocidad) y, en su caso, el efecto de la inclinación de la rasante (proporcional al peso del vehículo). Si el empuje es superior a la suma de estas resistencias, el vehículo acelerará. Esto tiene varias consecuencias:

- Descontado el efecto de la inclinación de la rasante, a cada par motor corresponde una velocidad en la que el empuje compensa exactamente las resistencias a la rodadura y aerodinámica. Si no se pisa más el acelerador (por ejemplo, porque ya esté a tope), no queda empuje para acelerar.
- Cuando se pretende acelerar, el par motor (y, por consiguiente, el consumo de combustible) necesario para vencer las resistencias es bastante mayor que si se circula a un régimen uniforme. Para obtener aceleraciones elevadas (como, por ejemplo, cuando se pretende adelantar) incluso es conveniente disminuir a una marcha más “corta”.
- Por lo tanto, el consumo en un recorrido realizado a una velocidad uniforme es bastante inferior al correspondiente a otro realizado a velocidades variables: puede que se consuma menos al frenar (pues el acelerador se habrá cerrado); pero al acelerar el consumo se dispara.
- Consiguientemente, si se quiere ahorrar combustible es más eficaz disminuir las aceleraciones que rebajar la velocidad sostenida; y conviene elegir ésta de modo que el motor funcione cerca de su régimen de par máximo.
- A velocidades muy elevadas, los vehículos consumen más: no sólo porque el régimen del motor está más allá del que proporciona el par máximo, sino también porque para mantener esa velocidad elevada tienen que acelerar con frecuencia a partir de los elementos de la carretera (curvas) y del tráfico (presencia de otros vehículos) que les obligan temporalmente a circular más despacio.

La mayoría de los automóviles modernos tienen una caja de cambios (automática o no) en la que la marcha superior proporciona al motor un régimen de par máximo a una velocidad acorde con la máxima genérica (en Europa, del orden de 130 km/h); circular a velocidades inferiores aparta al motor del par máximo y aumenta el consumo, sobre todo si se requiere pasar a una marcha más corta para mantener el régimen del motor por encima del mínimo.

Estudiar los efectos de reducir la velocidad (uniforme) hasta en 10 km/h, de acuerdo con el esquema simplificado arriba descrito, en una gama de velocidades de 100 a 130 km/h, requeriría unos estudios de los automóviles más representativos y de su distribución en el parque de usuarios. Estoy seguro de que estos estudios han brillado, en este caso, por su ausencia; **pero para** estimar la cuantía del ahorro de combustible **se puede acudir a unos datos medios<sup>1</sup> publicados en el proyecto EMEP/CORINAIR desarrollado por la Agencia Europea del Medio Ambiente, y que se representan en las figuras siguientes:**



Se puede, por tanto, construir la tabla siguiente.

<sup>1</sup> Debemos estos datos a la gentileza de Emilio Sánchez Direitinho.

### Vehículos ligeros con motor de gasolina

<b>VELOCIDAD</b> (km/h)	<b>CONSUMO</b> (g/km)	<b>REDUCCIÓN DE VELOCIDAD</b> (km/h)	<b>AHORRO</b> (g/ km)	<b>AHORRO</b> (%)	<b>PROPORCIÓN</b> (%)
< 100		0	0	0	49,09
101 - 105	57	1,25	1,25	2,19	17,60
106 - 110	58	3,75	3,75	6,47	17,60
111 - 115	59	6,25	6,25	10,59	1,69
116 - 120	60	8,75	8,75	14,58	1,69
121 - 125	62	7,50	15,00	24,19	1,69
126 - 130	64	2,50	5,00	7,81	1,69
> 130	-	0	0	0	8,93

Ahorro medio 5,95 %

### Vehículos ligeros con motor de gasóleo

<b>VELOCIDAD</b> (km/h)	<b>CONSUMO</b> (g/km)	<b>REDUCCIÓN DE VELOCIDAD</b> (km/h)	<b>AHORRO</b> (g/ km)	<b>AHORRO</b> (%)	<b>PROPORCIÓN</b> (%)
< 100	-	0	0	0	49,09
101 - 105	46	1,25	1,25	2,71	17,60
106 - 110	47	3,75	3,75	7,98	17,60
111 - 115	49	6,25	13,00	21,61	1,69
116 - 120	52	8,75	26,25	50,48	1,69
121 - 125	55	7,50	22,50	38,79	1,69
126 - 130	58	2,50	15,00	25,86	1,69
> 130	-	0	0	0	8,93

Ahorro medio 10,00 %

Si se admite que la composición del parque es de un 45 % de vehículos de gasolina y un 55 % de gasóleo, el ahorro medio por vehículo afectado

por la rebaja es del 8,18 %. Pero hay que recordar que estamos hablando de unos 113 millones de vehículos x kilómetro: un 28 % del volumen total del tráfico. Si con la rebaja se consiguiera que esta fracción redujera su consumo medio de combustible en un 8,18 %, una simple regla de tres nos informará que el consumo total solamente se verá reducido en un 2,29 %.

Naturalmente, este ahorro en el consumo, además de reducir la necesidad de importar crudo de petróleo y de refinarlo (en España), también reducirá la aportación fiscal a las arcas del Estado procedentes de la venta de ese combustible:

- Un 15,25 % (sobre el importe de venta) por IVA
- Los impuestos especiales sobre hidrocarburos (entre un 53 y un 59 %).
- La parte proporcional de los impuestos sobre los beneficios de las sociedades intervinientes.

Cabe preguntarse si el ahorro en la obtención del combustible compensa la disminución de ingresos fiscales. Sí se ha producido, en todo caso, una reacción crítica de las empresas petroleras, cuyo beneficio descenderá (y no olvidemos que Repsol es una empresa española que dejará de serlo si su precio baja).

Por otro lado, una disminución  $\Delta V$  (km/h) de la velocidad  $V$  (km/h) produce una **demora**, un incremento  $\Delta t$  (s/km) del tiempo invertido en recorrer 1 km, igual a

$$\Delta t = \frac{3600}{V - \Delta V} \cdot \frac{\Delta V}{V}$$

Aplicando esta fórmula a las reducciones de velocidades arriba definidas, se obtiene:

- |                               |           |           |
|-------------------------------|-----------|-----------|
| • Velocidad actual <100 km/h: | 0 km/h    | 0,00 s/km |
| • Velocidad actual 105 km/h:  | 2,5 km/h  | 0,84 s/km |
| • Velocidad actual 110 km/h:  | 5,0 km/h  | 1,52 s/km |
| • Velocidad actual 115 km/h:  | 7,5 km/h  | 2,09 s/km |
| • Velocidad actual 120 km/h:  | 10,0 km/h | 2,73 s/km |
| • Velocidad actual 125 km/h:  | 5,0 km/h  | 1,18 s/km |
| • Velocidad actual >130 km/h: | 0 km/h    | 0,00 s/km |

Aplicando estas demoras a las distribuciones de velocidades, se obtiene la siguiente tabla de demoras:

- |                         |         |            |
|-------------------------|---------|------------|
| • Entre 101 y 105 km/h: | 17,60 % | 7,39 s/km  |
| • Entre 106 y 110 km/h: | 17,60 % | 20,77 s/km |
| • Entre 111 y 115 km/h: | 1,69 %  | 3,05 s/km  |



- Entre 116 y 120 km/h: 1,69 % 4,07 s/km
- Entre 121 y 125 km/h: 1,69 % 3,30 s/km
- Entre 126 y 130 km/h: 1,69 % 1,00 s/km

Suma: 39,58 s/km

Aplicando esto a los 50 millardos de vehículos x kilómetro que están afectados por la rebaja de velocidades, la demora total anual resulta ser de unos 550 millones de vehículos x hora. A los costes unitarios, relacionados con la competitividad del país, asignados habitualmente en los estudios de transporte a las horas invertidas por los usuarios en un desplazamiento (del orden de 12 €/h), resulta que se pierden unos 8,6 millardos de euros anuales (con una ocupación media de 1,3 pasajeros por vehículo).

En cuanto a los efectos sobre la **seguridad vial**, una menor velocidad implica un mayor tiempo de permanencia en la vía. Con ello se está expuesto a un riesgo mayor por los siguientes conceptos:

- a) Se interactúa con más vehículos.
- b) Se incrementa el tiempo de viaje, y, consecuentemente, las paradas para descansar aconsejadas por la Administración.
- c) Se incrementa la incidencia de conductores cayendo en distracciones o sueño (aunque la culpa sea de los conductores, es innegable que, a más tiempo, más probabilidad de dormirse al volante).

Es claro que este incremento del riesgo no es elevado y, desde luego, no puede llevarse el razonamiento al extremo de circular a 200 km/h: si se superan los límites de seguridad implícitos en el diseño se corre un riesgo mucho mayor. Pero existe. Si se arguye que sólo es apreciable en viajes largos y no en los cortos, se estará admitiendo que la medida sólo es eficaz en viajes largos, y el ahorro consiguiente será, una vez más, menor que el estimado por el Gobierno.

### **Conclusión**

En conclusión, ni es tanto el tiempo que se circula a la velocidad máxima legal, ni todos los motores tienen su consumo mínimo a 110 km/h, ni todos los conductores reducirán el consumo como desea el Gobierno.

Algunos tertulianos y políticos han apoyado la medida arguyendo que de todas formas algo se ahorra cuando, a las pocas horas de anunciarla, estaba claro que el Gobierno la había decidido basándose en una estimación extraordinariamente simplista y optimista.

Sería de esperar una colaboración entre Ministerios y un estudio suficiente antes de exponer a toda la población a medidas cuyos efectos no se han evaluado; y una mejor coordinación entre medidas. Frente a la presión de los medios, suele ser mucho mejor preparar el futuro y, mientras no se sepa qué decir, no decir nada. Siempre hay quien criticará cualquier cosa que se haga; pero el primer mandamiento es ponerse fácil a los que quieren colaborar y a los que te apoyan.